

Пожалуй, главным преимуществом ГИС является наиболее "естественное" (для человека) представление как собственнопространственной информации, так и любой другой информации, имеющей отношение к объектам, расположенным в пространстве.

Литература

1. Геоинформационная система "ПАНОРАМА". Руководство пользователя. Версия 7.0. Панорама Ногинск. 1991-2001
2. Геоинформационная система "ПАНОРАМА". Создание и редактирование классификаторов векторных карт. Руководство пользователя. Версия 7.0. Панорама. Ногинск. 1991-2001
3. Геоинформационная система "КАРТА 2000". Обработка матриц высот. Руководство пользователя. Редакция 1.0. Панорама. Ногинск. 1991-2002
4. Геоинформационная система "ПАНОРАМА". Программа формирования зарамочного оформления с использованием библиотеки оформительских условных знаков. Редакция 1.0. Панорама. Ногинск. 1991-2000

УДК 506.212

«ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КАРТЫ УСЛОВИЙ МАСКИРОВКИ И ПРОХОДИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ИНТЕРЕСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК СПЕЦИАЛЬНЫМИ КАРТАМИ»

Манжурицев А.А., Мацука Д.В

Военный факультет Белорусского государственного университета

Комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения (географических ко-

ординат и высоты) и точного времени, а также параметров движения (скорости и направления движения и т. д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

Основные элементы спутниковой системы навигации:

Орбитальная группировка, состоящая из нескольких (от 2 до 30) спутников, излучающих специальные радиосигналы.

Наземная система управления и контроля (наземный сегмент), включающая блоки измерения текущего положения спутников и передачи на них полученной информации для корректировки информации об орбитах.

Аппаратура потребителя спутниковых навигационных систем («спутниковые навигаторы»), используемое для определения координат.

Опционально: наземная система радиомаяков, позволяющая значительно повысить точность определения координат.

Опционально: информационная радиосистема для передачи пользователям поправок, позволяющих значительно повысить точность определения координат.

Применение систем навигации:

Геодезия: с помощью систем навигации определяются точные координаты точек.

Картография: системы навигации используется в гражданской и военной картографии.

Навигация: с применением систем навигации осуществляется как морская, так и дорожная навигация.

Спутниковый мониторинг транспорта: с помощью систем навигации ведётся мониторинг за положением, скоростью автомобилей, контроль за их движением.

Сотовая связь: первые мобильные телефоны с GPS появились в 90-х годах. В некоторых странах (например, США) это используется для оперативного определения местонахождения человека, звонящего 911. В России в 2010 году начата реализация аналогичного проекта — Эра-ГЛОНАСС.

Тектоника, Тектоника плит: с помощью систем навигации ведутся наблюдения движений и колебаний плит.

Активный отдых: существуют различные игры, где применяются системы навигации, например, Геокашинг и др.

Геотегинг: информация, например фотографии «привязываются» к координатам благодаря встроенным или внешним GPS-приёмникам.

В настоящее время работают или готовятся к развёртыванию следующие системы спутниковой навигации:

1.GPS

Принадлежит министерству обороны США. Этот факт, по мнению некоторых государств, является её главным недостатком. Устройства, поддерживающие навигацию по GPS, являются самыми распространёнными в мире. Также известна под более ранним названием NAVSTAR.

2.ГЛОНАСС

Принадлежит министерству обороны России. Система, по заявлениям разработчиков наземного оборудования, будет обладать некоторыми техническими преимуществами по сравнению с GPS. После 1996 года спутниковая группировка сокращалась и к 2002 году практически полностью пришла в упадок. Была полностью восстановлена только в конце 2011 года. К 2025 году предполагается глубокая модернизация системы.

3.Бэйдоу

Развёртываемая Китаем подсистема GNSS предназначена для использования только в этой стране. Особенность — небольшое количество спутников, находящихся на геостационарной орбите. На 28 декабря 2012 года выведено на орбиту Земли 16 навигационных спутников, из них по предназначению используется 11. Согласно планам, к 2012 году она сможет покрывать Азиатско-Тихоокеанский регион, а к 2020 году, когда количество спутников будет увеличено до 35, система «Бэйдоу» сможет работать как глобальная. Реализация программы началась в 2000 году. Первый спутник вышел на орбиту в 2007-м.

4.Galileo

Европейская система, находящаяся на этапе создания спутниковой группировки. Планируется полностью развернуть спутниковую группировку к 2020 году.

5.IRNSS

Индийская навигационная спутниковая система, в состоянии разработки. Предполагается для использования только в Индии.

Первый спутник был запущен в 2008 году. Общее количество спутников системы IRNSS – 7.

6.QZSS

Первоначально японская QZSS была задумана в 2002 г. как коммерческая система с набором услуг для подвижной связи, вещания и широкого использования для навигации в Японии и соседних районах Юго-Восточной Азии. Первый запуск спутника для QZSS был запланирован на 2008 г. В марте 2006 японское правительство объявило, что первый спутник не будет предназначен для коммерческого использования и будет запущен целиком на бюджетные средства для отработки принятых решений в интересах обеспечения решения навигационных задач. Только после удачного завершения испытаний первого спутника начнётся второй этап и следующие спутники будут в полной мере обеспечивать запланированный ранее объём услуг. Первый спутник Митибики яп. был запущен 11 сентября 2010 года. Полное развёртывание системы состоялось в 2013 г.

Технические детали работы систем:

Рассмотрим некоторые особенности основных действующих систем спутниковой навигации (GPS и ГЛОНАСС):

Обе системы имеют двойное назначение — военное и гражданское, поэтому излучают два вида сигналов: один с пониженной точностью определения координат (~100 м) для гражданского применения и другой высокой точности (~10-15 м и точнее) для военного применения. Для ограничения доступа к точной навигационной информации вводят специальные помехи, которые могут быть учтены после получения ключей от соответствующего военного ведомства (США для GPS и России для ГЛОНАСС). В настоящее время эти помехи отменены, и точный сигнал доступен гражданским приёмникам, однако в случае соответствующего решения государственных органов стран-владельцев военный код может быть снова заблокирован (в системе GPS это ограничение было отменено только в мае 2000 года и в любой момент может быть восстановлено).

Спутники GPS располагаются в шести плоскостях на высоте примерно 20 180 км. Спутники ГЛОНАСС (шифр «Ураган») находятся в трёх плоскостях на высоте примерно 19 100 км. Но-

минальное количество спутников в обеих системах — 24. Группировка GPS полностью укомплектована в апреле 1994-го и с тех пор поддерживается, группировка ГЛОНАСС была полностью развёрнута в декабре 1995-го, но с тех пор значительно деградировала. В 2011 году система ГЛОНАСС полностью восстановлена, количество спутников в группировке достигло 24. В системе появился орбитальный резерв.

Обе системы используют сигналы на основе т. н. «псевдошумовых последовательностей», применение которых придаёт им высокую помехозащищённость и надёжность при невысокой мощности излучения передатчиков.

В соответствии с назначением, в каждой системе есть две базовые частоты — L1 (стандартной точности) и L2 (высокой точности). Для GPS L1=1575,42 МГц и L2=1227,6 МГц. В ГЛОНАСС используется частотное разделение сигналов, то есть каждый спутник работает на своей частоте и, соответственно, L1 находится в пределах от 1602,56 до 1615,5 МГц и L2 от 1246,43 до 1256,53.

Каждый спутник системы, помимо основной информации, передаёт также вспомогательную, необходимую для непрерывной работы приёмного оборудования. В эту категорию входит полный альманах всей спутниковой группировки, передаваемый последовательно в течение нескольких минут. Таким образом, старт приёмного устройства может быть достаточно быстрым, если он содержит актуальный альманах (порядка 1-й минуты) — это называется «тёплый старт», но может занять и до 15-ти минут, если приёмник вынужден получать полный альманах — т. н. «холодный старт». Необходимость в «холодном старте» возникает обычно при первом включении приёмника, либо если он долго не использовался.

Принцип работы спутниковых систем навигации

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Таблица положений всех спутников называется *альманахом*, которым должен располагать любой спутниковый приёмник до начала измерений. Обычно приёмник

сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и если он не устарел — мгновенно использует его. Каждый спутник передаёт в своём сигнале весь альманах. Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, с помощью обычных геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве. Метод измерения расстояния от спутника до антенны приёмника основан на определённости скорости распространения радиоволн. Для осуществления возможности измерения времени распространяемого радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени, используя точно синхронизированные с системным временем атомные часы. При работе спутникового приёмника его часы синхронизируются с системным временем, и при дальнейшем приёме сигналов вычисляется задержка между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приёма сигнала. Располагая этой информацией, навигационный приёмник вычисляет координаты антенны. Все остальные параметры движения (скорость, курс, пройденное расстояние) вычисляются на основе измерения времени, которое объект затратил на перемещение между двумя или более точками с определёнными координатами. В реальности работа системы происходит значительно сложнее. Ниже перечислены некоторые проблемы, требующие специальных технических приёмов по их решению:

Отсутствие атомных часов в большинстве навигационных приёмников. Этот недостаток обычно устраняется требованием получения информации не менее чем с трёх (2-мерная навигация при известной высоте) или четырёх (3-мерная навигация) спутников; (При наличии сигнала хотя бы с одного спутника можно определить текущее время с хорошей точностью).

Неоднородность гравитационного поля Земли, влияющая на орбиты спутников;

Неоднородность атмосферы, из-за которой скорость и направление распространения радиоволн может меняться в некоторых пределах;

Отражения сигналов от наземных объектов, что особенно заметно в городе;

Невозможность разместить на спутниках передатчики большой мощности, из-за чего приём их сигналов возможен только в прямой видимости на открытом воздухе.

Дистанционное зондирование Земли

Получение информации о земной поверхности (включая расположенные на ней объекты) авиационными и космическими средствами, путем регистрации приходящего от нее электромагнитного излучения.

Данные дистанционного зондирования эффективный инструмент, позволяющий детально и оперативно исследовать состояние окружающей среды, использовать природные ресурсы и получать объективную картину мира.

Методы зондирования могут быть пассивные, то есть использовать естественное отраженное излучение, обусловленное солнечной активностью, или собственное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной активностью, и активные — использующие вынужденное излучение, инициированное искусственным источником направленного действия. Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата (КА), характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы. Поэтому на КА используется многоканальное оборудование, регистрирующие электромагнитное излучение в различных спектральных диапазонах. Аппаратура ДЗЗ первых КА, запущенных в 1960-70-х гг. была трассового типа — проекция области регистрации на поверхность Земли представляла собой линию. Позднее появилась и широко распространилась аппаратура ДЗЗ панорамного типа — сканеры, проекция области регистрации на поверхность Земли которых представляет собой полосу. Космические аппараты дистанционного зондирования Земли используются для изучения природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии. КА для исследования природных ресурсов оснащаются в основном оптической или радиолокационной аппаратурой. Достоинства последней заключаются в том, что она позволяет наблюдать поверхность Земли в любое время суток, независимо от состояния атмосферы. Сама возможность идентификации и классификации объектов по

информации ДЗЗ основывается на том, что объекты разных типов — горные породы, почвы, вода, растительность и т.д. — по-разному отражают и поглощают электромагнитное излучение в том или ином диапазоне длин волн.

Методика тематического анализа данных ДЗЗ заключается в определении спектральных диапазонов, чувствительных к изменениям спектральных свойств объектов, и выборе зависимостей, связывающих значения дистанционно измеренных яркостей с искомыми параметрами среды (состав, влажность, структура почв при мониторинге почв, типы растительности, уровни вегетации, проективное покрытие при мониторинге фитоценозов, содержание фитопланктона, минеральных взвешенных веществ, органического вещества при мониторинге водной среды и т.п.).

Космические снимки

Как правило, под понятием космические снимки в широких массах понимают обработанные данные дистанционного зондирования Земли, представленные в виде визуальных изображений, например, GoogleEarth.

Исходная информация космических снимков представляет собой зарегистрированное определённым видом сенсоров электромагнитное излучение. Такое излучение может иметь как естественный природный характер, так и отклик от искусственного (антропогенного или иного) происхождения. Например, снимки Земли, т.н.оптического диапазона, представляют собой по сути обычную фотографию (способы получения, которой, тем не менее, могут быть весьма сложны). Такие снимки характеризуются тем, что регистрируют отражение естественного излучения Солнца от поверхности Земли (как в любой фотографии ясным днём).

Снимки, использующие отклик от искусственного излучения, похожи на фотографию ночью при фотовспышке, когда естественной подсветки нет и используется свет, отражённый от яркой вспышки лампы. В отличие от любительской съёмки, КА могут использовать переизлучение (отражение) в диапазонах электро-магнитного спектра, выходящего за пределы оптического диапазона, видимого глазом человека и чувствительного для сенсоров (см.: матрица (фото)) бытовых камер. Например,

таковы радарные снимки, для которых облачность атмосферы является прозрачной. Такие снимки дают изображение поверхности Земли или других космических тел «через облачность».

В самом начале для получения космических снимков использовался либо классический «фотографический» способ — съёмка специальной фотокамерой на светочувствительную плёнку, с последующим возвращением капсулы с плёнкой из космоса на Землю, либо съёмка телевизионной камерой с передачей телесигнала на наземную принимающую станцию.

На начало 2009 года преобладает сканерный способ, когда поперечную развёртку (перпендикулярно маршруту движения КА) обеспечивает сканирующий (качающийся механически или обеспечивающий электронную развёртку) механизм, передающий ЭМИ на сенсор (приёмное устройство) КА, а продольную развёртку (вдоль маршрута движения КА) обеспечивает само перемещение КА.

Космические снимки Земли и других небесных тел могут использоваться для самой различной деятельности: оценка степени созревания урожая, оценка загрязнения поверхности определённым веществом, определение границ распространённости какого-либо объекта или явления, определения наличия полезных ископаемых на заданной территории, в целях военной разведки